

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-134649

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52  
H04B 10/02  
H04J 1/02  
H04L 12/24  
H04L 12/26

(21)Application number : 10-299929

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.10.1998

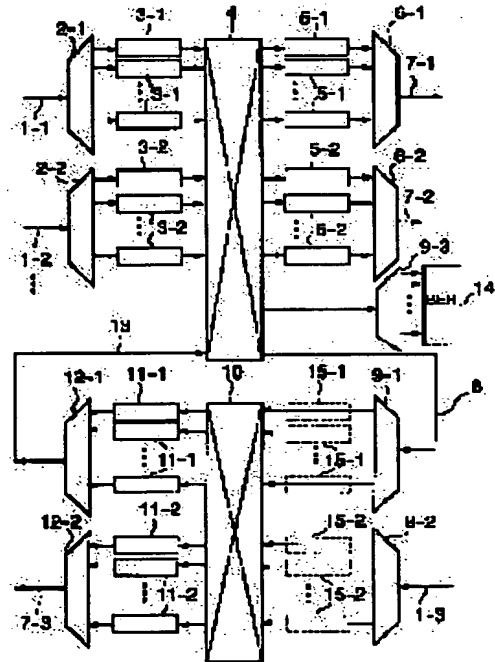
(72)Inventor : KOSEKI TAKESHI  
OSHIMA SHIGERU

## (54) OPTICAL CROSS CONNECTION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical cross connection device realizable by a small scale even when the wavelength multiplex number of wavelength multiplex optical signals to be handled is increased.

**SOLUTION:** The wavelength multiplex optical signals inputted to first input ports 1-1 and 1-2 are demultiplexed for respective wavelength bands by first optical demultiplexers 2-1 and 2-2, converted to a common wavelength band in wavelength converters 3-1 and 3-2, then switched by a wavelength band unit by a first optical matrix switch 4, multiplexed by first optical multiplexers 5-1 and 5-2 and then, outputted from first output ports 7-1 and 7-2. Further, by a second optical matrix switch 10 for switching the optical signals by a wavelength channel unit, second demultiplexers 9-1 and 9-2, the wavelength converters 11-1 and 11-2 and second optical multiplexers 12-1 and 12-2, the branching of the optical signals of the wavelength channel unit from the node and the insertion of the optical signals of the wavelength channel unit to the node are performed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3668016

[Date of registration]

15.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-134649

(P2000-134649A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

マークシート(参考)

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/02

H 0 4 J 1/02

5 K 0 2 2

H 0 4 J 1/02

H 0 4 B 9/00

T 5 K 0 3 0

H 0 4 L 12/24

H 0 4 L 11/08

5 K 0 6 9

12/26

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-299929

(22)出願日

平成10年10月21日(1998.10.21)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小関 健

埼玉県川口市栄町3丁目11番17号 903号  
室

(72)発明者 大島 茂

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

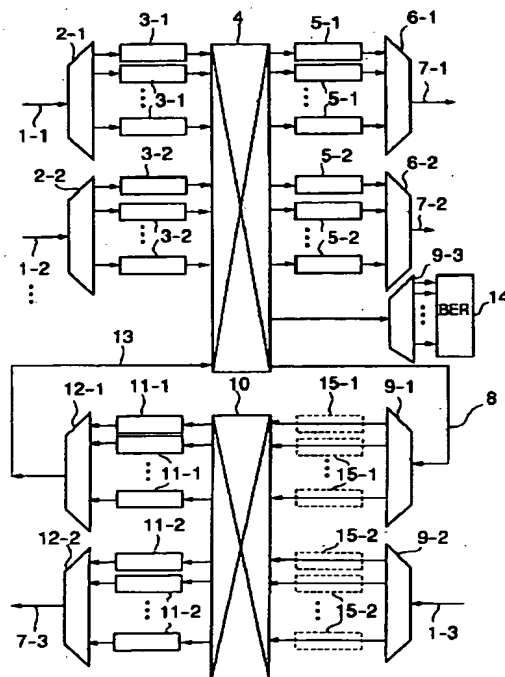
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光クロスコネクタ装置

(57)【要約】

【課題】扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなっても小さな規模で実現できる光クロスコネクタ装置を提供する。

【解決手段】第1入力ポート1-1, 1-2に入力される波長多重光信号が第1の光分波器2-1, 2-2により波長バンド毎に分波され、波長変換器3-1, 3-2で共通の波長バンドに変換された後、第1の光マトリクススイッチ4により波長バンド単位で切り替えられ、第1の光合波器5-1, 5-2により合波された後、第1出力ポート7-1, 7-2より出力される。さらに、光信号の切り替えを波長チャネル単位で行う第2の光マトリクススイッチ10と、第2の分波器9-1, 9-2、波長変換器11-1, 11-2および第2の光合波器12-1, 12-2により、当該ノードからの波長チャネル単位の光信号の分岐および当該ノードへの波長チャネル単位の光信号の挿入が行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 入力ポートにそれぞれ入力される波長多重光信号を複数の波長チャネルを収容した波長バンド毎に分波する第 1 の光分波器と、

前記第 1 の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を複数の第 1 入力端にそれぞれ受け、複数の第 1 出力端の各一つからそれぞれ一括して出力する第 1 の光マトリクススイッチと、

前記第 1 の光マトリクススイッチの任意の複数の第 1 出力端から出力される各波長バンドの光信号を任意の組み合わせで合波して第 1 出力ポートより出力する第 1 の光合波器と、

前記第 1 の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第 2 出力端から出力される分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号を波長チャネル毎に分波する第 2 の光分波器と、

前記第 2 の光分波器により分波された波長バンドの各波長チャネルの光信号を複数の第 1 入力端に受けて複数の第 1 出力端の各一つから第 2 出力ポートへ出力し、挿入されるべき各波長チャネルの光信号を複数の第 2 入力端に受けて複数の第 2 出力端の各一つから出力する第 2 の光マトリクススイッチと、

前記第 2 の光マトリクススイッチの第 2 出力端から出力される各波長チャネルの光信号を合波して前記第 1 の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第 2 入力端に投入する第 2 の光合波器とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 2】前記第 1 の光分波器と前記第 1 の光マトリクススイッチの前記第 1 入力端との間に、該第 1 の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を共通の一つの波長バンドの光信号に波長変換する第 1 の波長変換器を設け、

前記第 1 の光マトリクススイッチの前記第 1 出力端と前記第 1 の光合波器の入力端との間に、該第 1 出力端より出力される前記共通の波長バンドの光信号をそれぞれ異なる波長バンドの光信号に波長変換する第 2 の波長変換器を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 3】前記第 1 の光分波器により分波される波長バンドの間隔と前記第 2 の光分波器の自由スペクトル間隔とを一致させ、

さらに前記第 1 の光マトリクススイッチの前記第 1 出力端と前記第 1 の光合波器の入力端との間、または前記第 1 の光分波器の出力端と前記第 1 の光マトリクススイッチの前記第 1 入力端との間に、前記第 1 の光合波器が入力の光信号を合波できるようにするための波長変換を行う波長変換器を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 4】前記波長バンド内の波長チャネルの間隔を一定とし、

さらに前記第 1 の光マトリクススイッチの前記第 2 出力端と前記第 2 の光分波器の入力端との間、または前記第 2 の光合波器の出力端と前記第 1 光マトリクススイッチの前記第 2 入力端との間に、前記第 2 の光分波器に常に特定の波長バンドの光信号が入力されるようにするための波長変換を行う波長変換器を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 5】前記第 1 の光マトリクススイッチの任意の少なくとも一つの第 3 出力端から出力される任意の波長バンドの光信号を OAM 処理部に導く構成としたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する分野】本発明は、例えば光ネットワークの各ノードにおいて、波長多重された光信号を切り替えて他のノードや端末等へ出力する機能を有する光クロスコネクタ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信の分野において、波長多重技術は大容量伝送が期待され、大容量ネットワークの構築に極めて重要な技術となっている。波長多重技術は、複数チャネルの信号を波長を異ならせて多重化して共通の光伝送路で伝送する技術であり、大容量の光クロスコネクタ装置への適用も有望視されている。光クロスコネクタ装置は、光ネットワークの各ノードに配置され、複数の入力ポートにそれぞれ入力される波長多重光信号の各波長チャネルの光信号を目的の出力ポートから出力するように切り替えたり、さらには光信号の分岐・挿入を行う機能を有する。

【0003】図 8 に、従来の光クロスコネクタ装置の一例を示す。入力ポート 81-1、81-2 にはそれぞれ波長多重光信号が入力され、光分波器 82-1、82-2 によって各波長チャネル毎に分波される。分波された各波長チャネルの光信号は波長変換器 83-1、83-2 により波長変換された後、光マトリクススイッチ 84 により切り替えられ、光合波器 86-1、86-2 により合波されて出力ポート 87-1、87-2 から出力される。波長変換器 83-1、83-2 では、出力ポート 87-1、87-2 の各一つに同じ波長チャネルの信号が出力されないように波長変換を行う。

【0004】このような光クロスコネクタ装置において、波長多重光信号の各波長チャネルの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って光マトリクススイッチ 84 では、各入力端に投入された各波長チャネルの光信号が目的の出力ポートに接続されている光合波器に入力されるように所定の出力端から出力される。この結果、特定の出力ポートに容量以上の情報が集中しない限り、任意の入力ポートへの波長多重信号の任意の波長チャネルの光信号を任意の出力

ポートに出力することが可能となる。

【0005】また、光マトリクススイッチ84では、光クロスコネクタ装置が設けられる当該ノードで分岐されるべき波長チャネルの光信号が選択され、光合波器88を経て出力ポート87-3から出力される。

【0006】さらに、もう一つの入力ポート81-3からは当該ノードで挿入されるべき波長チャネルを含む波長多重光信号が入力され、光分波器89により波長チャネル毎に分波され、波長変換器90-2で波長が変換された後、光マトリクススイッチ84に入力され、挿入されるべき波長チャネルの光信号が選択されて、出力ポート87-1、87-2から適宜出力される。

【0007】一般に、光マトリクススイッチは2つの入力端に入力される光信号を任意の組み合わせで2つの出力端から出力する2×2スイッチ要素を単位として構成される。2×2スイッチ要素の数は、光マトリクススイッチの入力端子数の2乗に比例する。図8に示した従来の光クロスコネクタ装置では、光マトリクススイッチ84の入力端子数は入力ポート81-1、81-2、81-3にそれぞれ入力される波長多重光信号の波長チャネル数と入力ポート81-1、81-2、81-3の数の積であり、この積が例えば40を超えると、光マトリクススイッチ84の実現が実質上困難となる。

【0008】例えば、近年の波長多重数は16波を越え、32波や64波といった値が実用化されようとしているが、従来の光クロスコネクタ装置では、このような波長多重数に対応できるようにすることは光マトリクススイッチの実現性から難しく、実現できたとしても装置の大型化、消費電力の増大、価格の上昇および信頼性の低下などの問題があり、到底実用に適さない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の光クロスコネクタ装置では、扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなると、光マトリクススイッチの入力端子数が増えて必要な2×2スイッチ要素の数が膨大なものとなるため、装置の実現が困難になるという問題点があった。

【0010】本発明の目的は、扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなっても小さな規模で実現でき、小型、低消費電力、低価格および高信頼性の利点を有する光クロスコネクタ装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る光クロスコネクタ装置では、少なくとも一つの第1入力ポートに入力される波長多重光信号が少なくとも一つの第1の光分波器に入力され、複数の波長チャネルを収容した波長バンド毎に分波される。この第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号は、第1の光マトリクススイッチの複数の第1入力端にそれぞれ入力され、この光マトリクススイッチの複数の

第1出力端の各一つからそれぞれ一括して出力される。

第1の光マトリクススイッチの任意の複数の第1出力端から出力される各波長バンドの光信号は、第1の光合波器により任意の組み合わせで合波された後、複数の第1出力ポートより出力される。

【0012】一方、光クロスコネクタ装置が設けられる当該ノードからの波長チャネル単位の光信号の分岐、および当該ノードへの波長チャネル単位の光信号の挿入は、次のようにして行われる。

【0013】すなわち、第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2出力端から、当該ノードから分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号が出力され、この波長バンドの光信号は第2の光分波器により波長チャネル毎に分波される。この第2の光分波器により分波された各波長チャネルの光信号は、第2の光マトリクススイッチの複数の第1入力端にそれぞれ入力され、第2の光マトリクススイッチの複数の第1出力端の各一つから第2出力ポートへ出力されることにより、波長チャネル単位の光信号の分岐が行われる。

【0014】一方、少なくとも一つの第2入力ポートより当該ノードに挿入されるべき各波長チャネルの光信号が入力され、この波長チャネルの光信号は、第2の光マトリクススイッチの複数の第2入力端にそれぞれ入力され、複数の第2出力端の各一つから出力される。そして、第2の光合波器により第2の光マトリクススイッチの第2出力端から出力される各波長チャネルの光信号が合波されて第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2入力端に入力されることにより、波長チャネル単位の光信号の挿入が行われる。

【0015】このように本発明の光クロスコネクタ装置では、第1の光マトリクススイッチにおいて例えばノード間の転送のための光信号の切り替えを波長バンド単位で行い、第2の光マトリクススイッチにおいて光信号の分岐・挿入のための切り替えを波長チャネル単位で行うことにより、光マトリクススイッチ全体として必要な2×2スイッチ要素の数は格段に低減される。これにより、波長多重光信号の波長多重数が多くなっても光マトリクススイッチの規模は小さく抑えられ、小型、低消費電力、低価格および高信頼性が確保される。

【0016】本発明の一つの態様においては、第1の光分波器と第1の光マトリクススイッチの第1入力端との間に、第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を共通の一つの波長バンドの光信号に波長変換する第1の波長変換器が設けられ、第1の光マトリクススイッチの第1出力端と第1の光合波器の入力端との間に、第1出力端より出力される前記共通の波長バンドの光信号をそれぞれ異なる波長バンドの光信号に波長変換する第2の波長変換器が設けられる。このようにすると、第1の光分波器は入力される光信号の波長バンドが共通であるから、全て同一の構成でよく、設計・製作が

容易となる。

【0017】本発明の他の態様によれば、第1の光分波器により分波される波長バンドの間隔と第2の光分波器の自由スペクトル間隔とが一致しており、さらに第1の光マトリクススイッチの第1出力端と第1の光合波器の入力端との間、または第1の光分波器の出力端と第1の光マトリクススイッチの前記第1入力端との間に、第1の光合波器が入力的光信号を合波できるようにするための波長変換を行う波長変換器が設けられる。このような構成にすると、第2の光分波器では各波長バンドの光信号から同じ条件で波長チャネル単位の分波を行うことができるので、第1の光マトリクススイッチの入力側に第1の光分波器で分波された各波長バンドの光信号を共通の波長バンドに変換するための波長変換器を設ける必要がなくなり、光クロスコネクタ装置全体の規模はさらに小さくなる。

【0018】本発明の別の態様においては、波長バンド内の波長チャネルの間隔は一定とされ、さらに第1の光マトリクススイッチの第2出力端と第2の光分波器の入力端との間、または第2の光合波器の出力端と第1光マトリクススイッチの第2入力端との間に、第2の光分波器に常に特定の波長バンドの光信号が入力されるようにするための波長変換を行う波長変換器が設けられる。このように構成すると、第2の光分波器に対して光分波器の特性が良好な特定の波長バンドの光信号が入力されるように波長変換を行うことによって、第2の光分波器に対する特性的な要求が大幅に緩和される。

【0019】さらに、本発明においては第1の光マトリクススイッチの任意の少なくとも一つの第3出力端から出力される任意の波長バンドの光信号をOAM処理部、例えばビット誤り率測定器などに導く構成としてもよい。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図である。複数の第1入力ポート1-1、1-2には、それぞれ波長多重光信号が入力される。これら第1入力ポート1-1、1-2に入力された波長多重光信号は、第1の光分波器2-1、2-2にそれぞれ入力され、各波長バンド毎に分波される。ここで、波長バンドとは図2に示すようにある程度広い波長幅を有する帯域であり、1つの波長バンドの中に複数の波長チャネルを収容している。各波長チャネルには、光変調された1つの光信号が割り当てられている。また、図2に示す例では波長バンドの一つとして光パスの管理・制御を行うためにSVバンドが設けられており、このSVバンドを光ネットワークの各ノードで共用することにより、ネットワーク全体の管理・制御・運用が可能となっている。

【0021】図1に戻って説明を続けると、第1の光分波器2-1、2-2から出力される各波長バンドの光信号は、第1の波長変換器3-1、3-2によりそれぞれ一括に波長変換され、特定の共通の波長バンドの光信号に変換された後、第1の光マトリクススイッチ4の複数の第1入力端に入力される。第1の光マトリクススイッチ4では、第1入力端にそれぞれ入力される波長変換器3-1、3-2からの共通の波長バンドの光信号を波長バンド単位で切り替えて、複数の第1出力端よりそれぞれ出力する。

【0022】こうして第1の光マトリクススイッチ4の第1出力端よりそれぞれ出力される共通の波長バンドの光信号は、第2の波長変換器5-1、5-2により、第1の光合波器4-1、4-2で合波できるようなそれぞれ異なる波長バンドの光信号に変換された後、光合波器4-1、4-2に入力される。光合波器4-1、4-2で合波された各波長バンドの光信号は、第1出力ポート7-1、7-2より出力される。

【0023】第1入力ポート1-1、1-2には例えば光伝送路を介して他のノードからの波長多重光信号が入力され、また第1出力ポート7-1、7-2より出力される各波長バンドの光信号は、同様に光伝送路を介して他のノードへ転送される。例えば光ネットワークにおいて大都市間を接続する幹線などでは、ノード間の光信号の転送は波長チャネル単位でなく、このように波長バンド単位であっても構わない。

【0024】本実施形態の光クロスコネクタ装置は、上記のように複数の第1入力ポート1-1、1-2から入力される波長多重光信号を第1出力ポート7-1、7-2より波長バンド単位で出力する機能とは別に、少なくとも一つの所望の波長チャネルの光信号を当該ノード（この光クロスコネクタ装置が設けられたノード）から分岐（drop）させたり、少なくとも一つの所望の波長チャネルの光信号を当該ノードに挿入（add）する機能を有する。このような分岐・挿入機能を実現するために、本実施形態の光クロスコネクタ装置では、少なくとも二つの第2の光分波器9-1、9-1、第2の光マトリクススイッチ10、第3の波長変換器11-1、11-2および少なくとも二つの第2の光合波器12-1、12-2が設けられている。

【0025】すなわち、当該ノードで分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号8は、第1の光マトリクススイッチ4の少なくとも一つの第2出力端から出力される。この光信号8は、第2の光分波器9-1により各波長チャネル毎に分波された後、第2の光マトリクススイッチ10の複数の第1入力端に入力される。第2の光マトリクススイッチ10では、第1入力端に入力される複数の波長チャネルの光信号から、当該ノードで分岐されるべき波長チャネルの光信号を選択して複数の第1出力端から出力する。

【0026】第2の光マトリクススイッチ10の第1出力端から出力される各波長チャンネルの光信号は、第3の波長変換器11-2により第2の光合波器12-2で合波できるような波長の光信号に変換された後、光合波器12-2を経て第2出力ポート7-3から出力される。このようにして、波長チャンネル単位の光信号の分岐が行われる。

【0027】一方、当該ノードで挿入されるべき波長チャンネルを含む波長バンドの光信号は、第2入力ポート1-3より入力され、もう一つの第2の光分波器9-2により各波長チャンネル毎に分波された後、第2の光マトリクススイッチ10の複数の第2入力端に入力される。第2の光マトリクススイッチ10では、第2入力端に入力される複数の波長チャンネルの光信号から、当該ノードで挿入されるべき波長チャンネルの光信号を選択して第2出力端から出力する。

【0028】第2の光マトリクススイッチ10の第2出力端から出力される各波長チャンネルの光信号は、第3の波長変換器11-1により第2の合波器12-1で合波できるような波長の光信号に変換された後、光合波器12-1を経て第1の光マトリクススイッチ4の少なくとも一つの第2入力端に入力される。このようにして、波長チャンネル単位の光信号の挿入が行われる。

【0029】さらに、本実施形態の光クロスコネクタ装置は、OAM (Operation Administration and Maintenance: 運用管理保守) 処理機能を有し、このOAM処理についても波長バンド毎に行うことができる構成となっている。すなわち、第1の光マトリクススイッチ4ではOAM処理対象の波長バンドの光信号が選択されて第3出力端から出力され、このOAM処理対象の波長バンドの光信号が光分波器9-3によって各波長チャンネル毎に分波された後、ビット誤り率測定器14に入力され、ビット誤り率が測定される。

【0030】ここで、もしOAM処理対象の波長バンドを運用しながらビット誤り率を測定するのであれば、光マトリクススイッチ4のOAM処理ポートである第3出力端に接続されているスイッチ要素は、一部の光を分配するような動作点に設定すればよい。また、光分波器9-3へ供給される光信号の電力が小さい場合は、第1の光マトリクススイッチ4と光分波器9-3との間、または光分波器9-3とビット誤り率測定器14との間に光増幅器を挿入すればよい。

【0031】上記のように構成された本実施形態の光クロスコネクタ装置では、第1の光マトリクススイッチ4において複数の波長チャンネルを束ねた波長バンド単位での切り替えを行い、第2の光マトリクススイッチ10において光信号の分岐・挿入のための光信号の切り替えを波長チャンネル単位で行うことにより、第1の光マトリクススイッチ4の入力端子数は波長チャンネル数より格段に少なく済むようになり、光マトリクススイッチ4の実

現が容易となると共に、第2の光マトリクススイッチ10の規模も小さくて済み、光クロスコネクタ装置全体の規模を小さくすることができる。

【0032】以下、この効果について具体的に説明する。今、第1入力ポート1-1、1-2にそれぞれ入力される波長多重光信号の波長バンド数をM、1つの波長バンド内の波長チャンネル数をNとすると、波長多重光信号の全波長チャンネル数は $M \times N$ である。ここで、図8に示した従来の光クロスコネクタ装置では、入力ポート81-1、81-2の数をLとし、挿入のための入力ポート81-3の数を1とすれば、光マトリクススイッチ84には $(M \times N \times (L + 1))^2$ 個の $2 \times 2$ スイッチ要素が必要となる。

【0033】これに対して、本実施形態の光クロスコネクタ装置では、同じく入力ポート1-1、1-2の数をLとし、挿入のための入力ポート1-3の数を1とすれば、第1の光マトリクススイッチ4に必要な $2 \times 2$ スイッチ要素の数は $(M \times L)^2$ 個、第2の光マトリクススイッチ10に必要な $2 \times 2$ スイッチ要素の数は $(2 \times N)^2$ 個となり、光マトリクススイッチ4、10に必要な $2 \times 2$ スイッチ要素の合計の数は大幅に低減される。具体的な数値例を挙げると、例えば $M = N = L = 8$ とすれば、図8に示した従来の構成では光マトリクススイッチ84に $(8 \times 8 \times 9)^2 = 331,776$ 個の $2 \times 2$ スイッチ要素が必要であるのに対し、本実施形態の構成では $(8 \times 8)^2 + (2 \times 8)^2 = 4,352$ 個の $2 \times 2$ スイッチ要素で済むことになり、必要な $2 \times 2$ スイッチ要素の数は $1/76$ にも低減されることになる。

【0034】なお、本実施形態は分岐されるべき波長チャンネルや挿入されるべき波長チャンネルが一つの場合であるが、これらの分岐・挿入されるべき波長チャンネルがさらに多く存在するノードでは、必要に応じて第2の光分波器9-1、9-2、第2の光合波器12-1、12-2および第3の波長変換器11-1、11-2などを増設すればよい。この点は、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。ここで、本実施形態の光クロスコネクタ装置では、第1の光マトリクススイッチ4からは共通の波長バンドの光信号が出力されるので、第2の光分波器9-1、9-2を増設する場合でも、全て同一構成の光分波器を用いることができるという利点がある。

【0035】また、本実施形態ではそれぞれ複数の第1の光分波器2-1、2-2と第1の光合波器4-1、4-2が設けられているが、規模の小さいノードでは第1の光分波器と第1の光合波器は単数の場合もある得る。このことは、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。

【0036】また、本実施形態ではノードから分岐される光信号として第2出力ポート7-3から波長多重信号が出力され、ノードに挿入される光信号として第2入力

ポート 1-3 に波長多重光信号が入力されるとして説明したが、分岐・挿入される光信号は多重化されているとは限らず、第 2 の光合波器 12-2 や第 2 の光分波器 9-2 を用いずに、複数のパラレル信号線で分岐・挿入される光信号の伝送を行うようにしてもよい。この点は、後述する第 2 ～第 5 の実施形態においても同様である。

【0037】さらに、本実施形態においては、第 3 の波長変換器 11-1、11-2 を第 2 の光マトリクススイッチ 10 の出力端と第 2 の光合波器 12-1、12-2 の入力端との間に挿入したが、各波長チャネルの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっている。図 1 中に破線で示すように、第 2 の光分波器 9-1、9-2 の出力端と第 2 の光マトリクススイッチ 10 の入力端との間に第 3 の波長変換器 15-1、15-2 を挿入してもよい。この点も、後述する第 2 ～第 5 の実施形態においても同様である。

【0038】(第 2 の実施形態) 次に、図 3 および図 4 を用いて本発明の第 2 の実施形態を説明する。図 3 は本実施形態の原理を説明するための図であり、図 4 は本実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図である。図 1 と同一部分に同一の参照符号を付して第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0039】本実施形態では、図 3 (a) に示す第 1 の光分波器 2-1、2-2 によって分波される波長バンドの間隔と図 3 (b) に示す第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 の自由スペクトル間隔 FSR を一致させた点、および図 1 における第 1 の光分波器 2-1、2-2 の出力端と第 1 の光マトリクススイッチ 4 の第 1 入力端との間に設けられた第 1 の波長変換器 3-1、3-2 が除去されている点が第 1 の実施形態と異なっている。

【0040】一般に、光分波器は一つの出力端から唯一つの波長の光信号を出力するのではなく、図 3 (b) に示すように一定間隔ずつ離れた複数の波長の光信号を出力する特性を持っている。この間隔を自由スペクトル間隔 FSR という。本実施形態のように、第 1 の光分波器 2-1、2-2 によって分波される波長バンドの間隔を第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 の自由スペクトル間隔 FSR に等しく設定すると、第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 は各波長バンドの光信号から同じ条件で波長チャネル単位の分波を行うことができるので、図 1 で必要であった第 1 の光マトリクススイッチ 4 の入力側の波長変換器 3-1、3-2 を省略することができる。従って、本実施形態によると波長変換器 3-1、3-2 を省略できる分だけ光クロスコネクタ装置全体の規模がさらに小さくなり、小型化、低価格化、低消費電力化に一層有利となる。

【0041】第 1 の光マトリクススイッチ 4 の第 1 出力端よりそれぞれ出力される波長バンドの光信号は、図 1 における波長変換器 5-1、5-2 と同様に、波長変換器 21-1、21-2 により第 1 の光合波器 4-1、4

2 で合波できるような波長バンドの光信号に変換された後、光合波器 4-1、4-2 に入力される。なお、本実施形態では第 1 の光分波器 2-1、2-2 により分波される各波長バンドの光信号は、第 1 の実施形態のように波長変換器 3-1、3-2 によって同一の波長バンドに変換されないため、第 1 の光マトリクススイッチ 4 の出力側に設けられる波長変換器 21-1、21-2 は、図 1 における共通の波長バンドの光信号が入力される波長変換器 5-1、5-2 とはその機能が若干異なる。

【0042】(第 3 の実施形態) 図 5 は、図 4 に示した第 2 の実施形態を変形した本発明の第 3 の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示している。本実施形態においても、第 2 の実施形態と同様に、第 1 の光分波器 2-1、2-2 によって分波される波長バンドの間隔と、第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 の自由スペクトル間隔 FSR とを一致させている。

【0043】そして、本実施形態では図 4 中の第 1 の光マトリクススイッチ 4 の出力側に挿入された波長変換器 21-1、21-2 が除去され、代わりに第 1 の光マトリクススイッチ 4 の入力側に波長変換器 22-1、22-2 が挿入されている。第 1 の光分波器 2-1、2-2 から出力される各波長バンドの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って波長変換器 22-1、22-2 ではある波長バンドの光信号が複数の出力ポート 7-1、7-2 から同時に出力されないように、また目的の出力ポートに接続された光合波器で合波されるように波長変換を行う。

【0044】波長変換器 22-1、22-2 は、入力された光信号を任意の波長バンドに変換する機能を必要とするため、波長変換器としてはやや複雑なものになるが、第 2 の光分波器 9-1、9-3 に対してはそれぞれある特定の波長バンドの光信号のみを供給することができ、第 2 の光分波器 9-1、9-3 に対する特性的な要求は大幅に緩和される。

【0045】すなわち、第 1 の光分波器 2-1、2-2 により分波される波長バンドの間隔を第 2 の光分波器 9-1、9-3 の自由スペクトル間隔と一致させたとしても、光分波器は通常、特定の波長バンドの光信号に対してクロストーク特性や光損失特性が最も良くなるように設計されており、この特定の波長バンドから入力の光信号が外れるに従い特性が劣化する傾向にある。従って、本実施形態に基づいて第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 に光分波器の特性が良好な波長バンドの信号のみが入力されるようにすると、第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 に対する特性的な要求が大幅に緩和されることになる。

【0046】(第 4 の実施形態) 図 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図である。本実施形態では、第 2 の光分波器 9-1、9-2、9-3 の自由スペクトル間隔に第 2、第 3 の実施形



態のような特別な条件はなく、代わって第1の光分波器2-1、2-2により分波される各波長バンド内の波長チャンネルの間隔を一定としている。

【0047】そして、第2の光分波器9-1、9-2、9-3のうち、第1の光マトリクススイッチ4から出力される光信号が入力される9-1、9-3の入力側に、これらの光分波器9-1、9-3に対して常に特定の波長バンドの光信号が入力されるように光信号の波長変換を行うための波長変換器21-3、21-4が挿入されている。

【0048】本実施形態では、新たに波長変換器21-3、21-4が必要となるが、これらの波長変換器21-3、21-4により常に一定の波長バンドの光信号が第2の光分波器9-1、9-3に供給されるので、これらの光分波器9-1、9-3に対する特性的な要求が大幅に緩和されるという利点がある。

【0049】(第5の実施形態) 図7は、図6に示した第4の実施形態を変形した本発明の第5の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図であり、各波長バンド内の波長チャンネルの間隔が一定という条件は第4

の実施形態と同様である。

【0050】本実施形態では、図6において第1の光マトリクススイッチ4の出力側に挿入されていた波長変換器21-1、21-2、21-3、21-4が除去され、代わって第1の光マトリクススイッチ4の出力側に波長変換器23-1、23-2、23-3が挿入されている。

【0051】第1の光分波器2-1、2-2から出力される各波長バンドの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って波長変換器23-1、23-2ではある波長バンドの光信号が出力ポート7-1、7-2に同時に出力されないように、また目的の出力ポートに接続されている光合波器で合波されるように、さらに第2の光分波器9-1、9-3へ出力される光信号がこれらの光分波器9-1、9-3が分波する特定の波長バンドの光信号に変換されるように波長変換を行う。

【0052】また、第2の光合波器12-1からは常に特定の波長バンドの光信号が出力されるため、これを所望の波長バンドの光信号に変換するための波長変換器23-3が光合波器12-1の出力端と第1の光マトリクススイッチ4の入力端との間に挿入されている。

【0053】これらの波長変換器23-1、23-2、23-3は、光信号を任意の波長バンドに変換する機能を必要とするため、波長変換器としてはやや複雑なものになるが、必要な個数は図6の場合より一つ少なくなる。

# 【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では第1の光マトリクススイッチにおいてモード間で転送される光信号の切り替えを波長バンド単位で行い、第2の光マトリクススイッチにおいて光信号の分岐・挿入のための切り替えを波長チャンネル単位で行うことにより、光マトリクススイッチに必要なスイッチ要素数を大幅に低減することができる。

【0055】従って、本発明によれば波長多重光信号の波長多重数が増大しても、光マトリクススイッチの規模を小さく抑えることが可能であり、大容量の波長多重光信号を自在に切り替える機能を有する小型、低消費電力、低価格および高信頼性の光クロスコネクタ装置を提供することができる。

# 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図

【図2】本発明の光クロスコネクタ装置で扱う光多重信号の構造を示す図

【図3】本発明の第2および第3の実施形態における光多重信号の波長バンドと第2の光分波器の自由空間スペクトル間隔の関係を示す図

【図4】本発明の第2の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図

【図5】本発明の第3の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図

【図6】本発明の第4の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図

【図7】本発明の第5の実施形態に係る光クロスコネクタ装置の構成を示す図

【図8】従来の光クロスコネクタ装置の構成を示す図

# 【符号の説明】

1-1、1-2、1-3…入力ポート

2-1、2-2…第1の光分波器

3-1、3-2…波長変換器

4…第1の光マトリクススイッチ

5-1、5-2…波長変換器

6-1、6-2、6-3…第1の光合波器

7-1、7-2、7-3…出力ポート

9-1、9-2…第2の光分波器

10…第2の光マトリクススイッチ

11-1、11-2…波長変換器

12-1、12-2…第2の光合波器

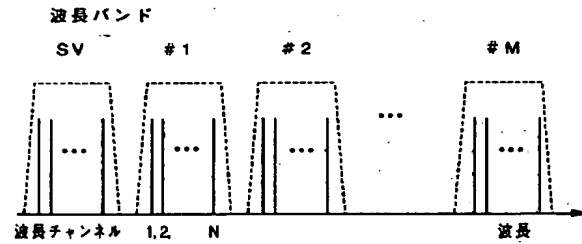
14…ビット誤り率測定器

21-1、21-2、21-3、21-4…波長変換器

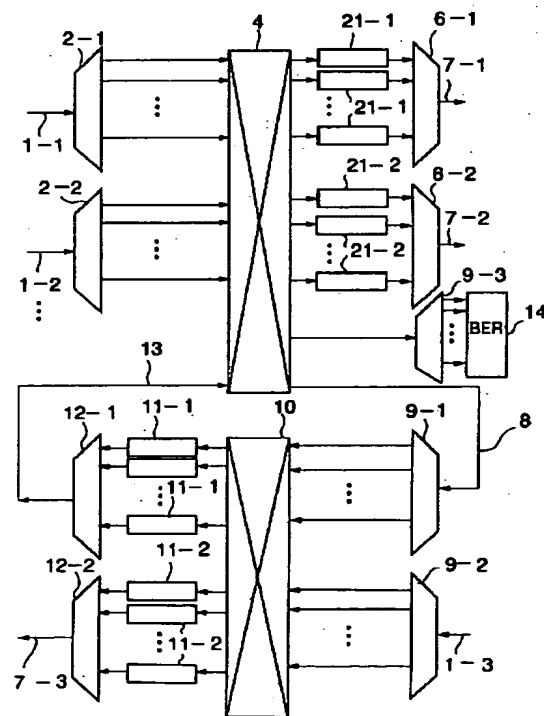
22-1、22-2…波長変換器

23-1、23-2、23-3…波長変換器

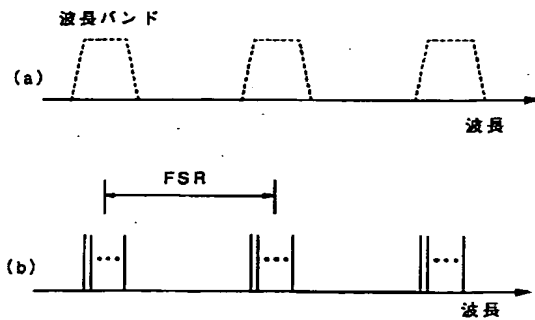
【図 2】



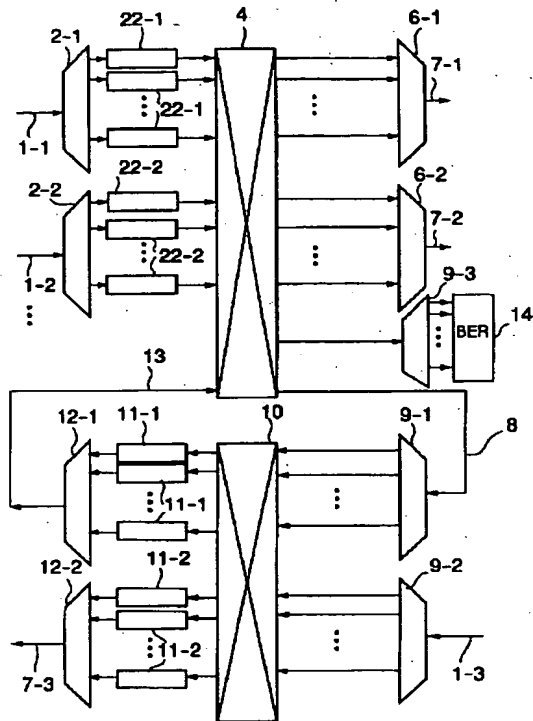
【図 4】



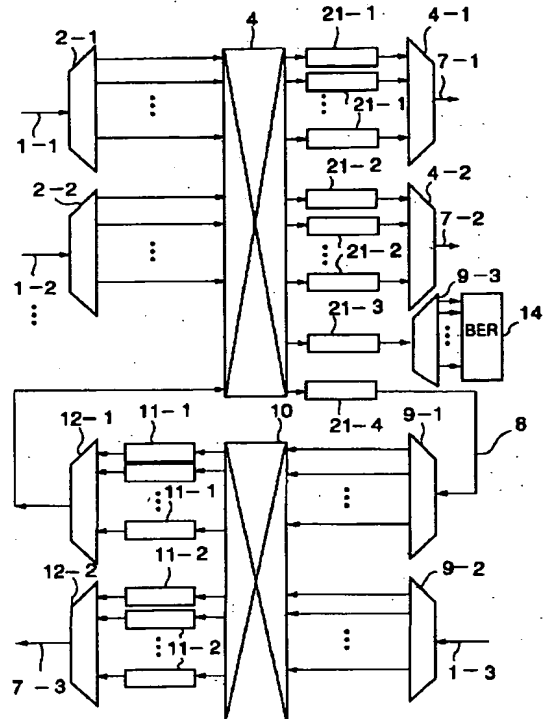
【図 3】



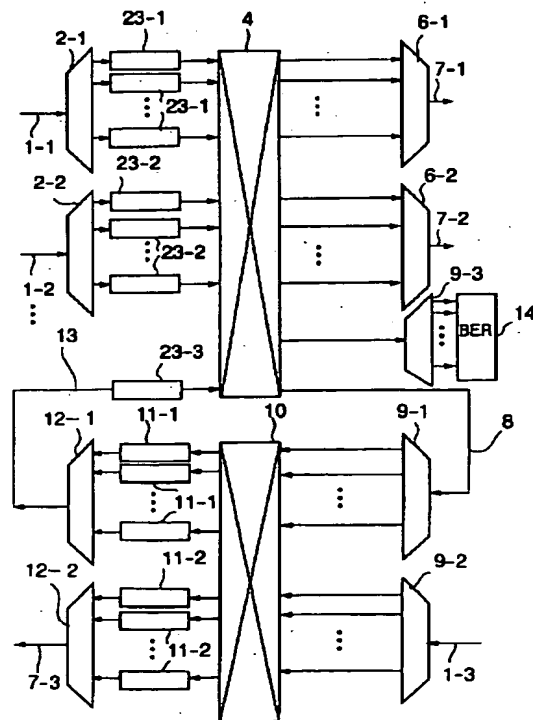
【図 5】



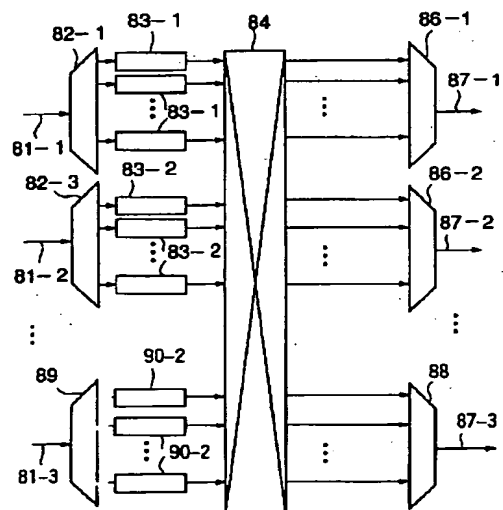
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K002 BA05 BA06 CA05 DA02 DA13  
EA05  
5K022 AA01 AA12  
5K030 GA05 GA11 JA01 JA12 JL03  
KX30 LA17 MA04 MB05  
5K069 AA16 BA09 CB10 DB07 DB31  
EA24 EA25 EA26

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**